

กัมพล อรนนท์ : การทำนายพฤติกรรมสตอลดีเลย์ที่มุมปะทะสูงของใบพัดกังหันลมด้วยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (STALL-DELAY PREDICTION AT HIGH ANGLE OF ATTACK ON WIND TURBINE BLADE USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.ชโลธร ธรรมแท้, 156 หน้า.

แบบจำลอง Stall-Delay มีความสำคัญอย่างมากต่อการออกแบบกังหันลม เพราะแบบจำลอง Stall-Delay ที่แม่นยำย่อมนำไปสู่การออกแบบกังหันลมให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้ แต่พฤติกรรมนี้ยังมีความซับซ้อนอยู่มาก ปัจจุบันยังไม่สามารถอธิบายสาเหตุที่ชัดเจนถึงพฤติกรรมดังกล่าวได้ ข้อมูลการทดลองที่มีอยู่ก็จำกัดไม่สามารถหาแนวโน้มที่ชัดเจนที่มุมปะทะสูงได้ งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาหาแนวโน้มที่ชัดเจนของการเกิด Stall-Delay ที่มุมปะทะสูงด้วยวิธีการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics : CFD) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลอง Stall-Delay ที่มีความสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น ข้อมูลจาก CFD ที่นำมาใช้ในการประมวลผลจึงต้องมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งต้องอาศัยแบบจำลองความปั่นป่วนที่ดี วิธีการประเมินมุมปะทะที่แม่นยำ กริดที่เหมาะสม และทำการสอบเทียบกับข้อมูลการทดลองที่น่าเชื่อถือในทุกขั้นตอน งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาหาแบบจำลองความปั่นป่วนที่ใช้ในการทำนายการไหลผ่านกังหันลมที่แม่นยำที่สุดจากโปรแกรมสำเร็จรูป Ansys fluent โดยสอบเทียบความแม่นยำกับข้อมูลการทดลองกังหันลมของ National Renewable Energy Laboratory (NREL) ของสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังได้เขียนโปรแกรมในการประเมินมุมปะทะขึ้นมา 2 โปรแกรม โดยใช้ทฤษฎี Blade Element Momentum (BEM) แบบย้อนกลับหรือที่เรียกว่าวิธี inverse BEM และโปรแกรมการประเมินมุมปะทะทาง CFD ที่เรียกว่าวิธี Graphical ผลการคำนวณมุมปะทะทั้งสองวิธีมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี มีความแม่นยำเมื่อเทียบกับข้อมูลจากการวัด และมีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจเมื่อเทียบกับวรรณกรรมอื่นที่ใช้อ้างอิง จากผลงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าการประมาณค่าแรงยกที่มุมปะทะสูงควรจะต้องกราฟจากมุม 30 องศาของข้อมูลการทดลองใน 3 มิติเป็นเส้นตรงไปถึงมุมปะทะ 80 องศาของข้อมูลการทดลองใน 2 มิติ

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2556

ลายมือชื่อนักศึกษา \_\_\_\_\_

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา \_\_\_\_\_

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม \_\_\_\_\_

KAMPON ORANON : STALL-DELAY PREDICTION AT HIGH ANGLE OF  
ATTACK ON WIND TURBINE BLADE USING COMPUTATIONAL FLUID  
DYNAMICS. THESIS ADVISOR : CHALOTHORN THUMTHAE, Ph.D.,  
156 PP.

#### WIND TURBINE/BEM/CFD/STALL-DELAY/HIGH ANGLE OF ATTACK

Stall-Delay model is important for wind turbine design. The accurate Stall-Delay model can design the highest efficiency of wind turbine design. However, Stall-Delay behavior still be complicated for researchers and cannot explain the cause of this behavior clearly. The limited of current experimental data cannot exactly solve the trend of this behavior at high angle of attack. This research focused on studying the exact trend of stall-delay occurring at high angle attack by Computational Fluid Dynamics method (CFD). To be guideline for create more reasonable Stall-Delay model. Data from CFD to be used in processing must be reliable. This requires a good of turbulence model, exact evaluation method for angle of attack, optimized grid and calibration with reliable experimental data in every step. This research study variance model which used for the most exact forecasting of the wind flow via turbine by Ansys fluent application. Furthermore, its calibrate precision with wind turbine experimental data from National Renewable Energy Laboratory (NREL), USA. Moreover, two programs are created for evaluating angle of attack. There are programs which using inverse Blade Element Momentum theory or inverse BEM and program which evaluate angle of attack with CFD or graphical method. Mathematical results from both methods are according each other very well which is accurate

comparing with measurement result. In addition, this results are satisfied when compare with existing research in literature review. The results of this research showed that the estimated lift force at high angle of attack should be extrapolated graph from 30 degree angle of attack with the experimental data of 3D in a straight line to the 80 degree in two-dimensional experiment data.



School of Mechanical Engineering

Academic Year 2013

Student's Signature \_\_\_\_\_

Advisor's Signature \_\_\_\_\_

Co-Advisor's Signature \_\_\_\_\_